



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102015028294-0 A2

(22) Data do Depósito: 10/11/2015

(43) Data da Publicação: 23/05/2017



* B R 1 0 2 0 1 5 0 2 8 2 9 4 A

(54) **Título:** HIDROGENAÇÃO FOTOQUÍMICA DE FRAÇÕES PESADAS DE CORRENTES DE HIDROCARBONETOS

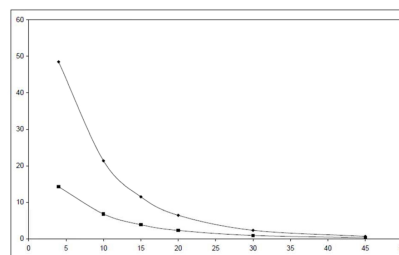
(51) **Int. Cl.:** C10G 15/08; C10G 45/24

(52) **CPC:** C10G 15/08, C10G 45/24

(73) **Titular(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ, PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRÁS

(72) **Inventor(es):** RODRIGO JOSÉ CORRÊA; FELIPE PEREIRA FLEMING

(57) **Resumo:** RESUMO PROCESSO DE HIDROGENAÇÃO FOTOQUÍMICA DE FRAÇÕES PESADAS DE CORRENTES DE HIDROCARBONETOS A presente invenção descreve um processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos onde os compostos aromáticos e poliaromáticos presentes naquela fração reagem, de forma seletiva, na presença de um alcóxido, quando submetidos à irradiação eletromagnética. 1 / 1



HIDROGENAÇÃO FOTOQUÍMICA DE FRAÇÕES PESADAS DE CORRENTES DE HIDROCARBONETOS

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção trata de um processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos que são convertidas em frações mais leves, abrindo caminho para melhorar as propriedades físico-químicas, em especial a viscosidade e densidade de tais correntes.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] O petróleo é a segunda maior fonte de energia do mundo e, com o aumento das descobertas mundiais de óleos pesados (12 - 22,3 °API, segundo a classificação ANP-Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) e ultra-pesados (≤ 12 °API, segundo ANP), a produção, transporte e refino desses óleos tornou-se alvo de estudos e pesquisas.

[003] O valor do petróleo e os custos de sua produção e refino estão associados às propriedades físico-químicas deste. Quanto menos viscoso e menos denso ele for, maior o valor agregado do óleo bruto e menor os custos da cadeia produtiva.

[004] Alguns compostos aromáticos presentes no petróleo cru podem levar a um aumento de sua densidade e viscosidade, com destaque para frações mais pesadas, tais como as resinas e os asfaltenos. Os asfaltenos constituem a fração de compostos mais pesados e polares de óleos crus, possuindo estruturas aromáticas policondensadas, em geral, além de conter diferentes grupos funcionais, estruturas moleculares e uma distribuição de massa molecular relativamente grande.

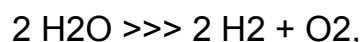
[005] Além de proporcionar o aumento da densidade e viscosidade do petróleo, a tendência à precipitação dos asfaltenos durante a obtenção dos óleos crus pode levar a severas consequências como a diminuição do fluxo de óleos ou até mesmo o bloqueio das linhas de processamento durante a produção, transporte e refino de óleos, assim como promove o

envenenamento dos catalisadores nos processos de refino.

[006] Uma das opções para minimizar os efeitos deletérios dos asfaltenos é a sua hidrogenação, já que a hidrogenação reduz as forças atrativas entre os “core” dos hidrocarbonetos aromáticos das moléculas de asfaltenos, assim como diminui a incidência de formação de agregados ou precipitação das moléculas em suspensão, o que leva em última instância a redução de sua viscosidade.

[007] Desta forma, inúmeros estudos vêm sendo realizados neste sentido. O documento US 2013/0277273, por exemplo, descreve a hidrogenação de compostos aromáticos presentes em petróleo cru na presença de um catalisador e hidrogênio. O catalisador empregado é um catalisador suportado compreendendo um metal do Grupo IB, Grupo IVB, Grupo VB, Grupo VIB, Grupo VIIB, ou Grupo VIII da tabela periódica, incluindo, mas não limitado a: cromo, ferro, manganês, molibdênio, tungstênio, vanádio, prata, ouro, níquel, paládio, platina, ródio, rutênio, ou mistura destes.

[008] Já o documento US 5.824.214 descreve o tratamento de um óleo bruto pesado contendo pelo menos 1% em peso de água pela ação de energia sônica em baixa frequência, de 400 Hz a 10 kHz, diretamente no fundo de um poço de produção de petróleo na presença de um catalisador de hidrogenação metálico. Neste processo há a formação de hidrogênio a partir da água conforme a reação:



[009] Em outra modalidade da invenção, se o óleo bruto pesado não apresentar teor de água suficiente, o hidrogênio pode ser formado *in-situ* através do contato do óleo bruto pesado no fundo do poço com um composto químico compreendendo amônia, hidrazina e ácido fórmico que, na presença de um catalisador de hidrogenação metálico e energia sônica, leva a formação de hidrogênio, promovendo a reação de hidrogenação, e a consequente redução de viscosidade.

[010] No entanto, não há na literatura, descrição nem sugestão de um

processo para a hidrogenação de compostos aromáticos, em especial de asfaltenos, presentes em correntes de hidrocarbonetos de modo a reduzir a viscosidade e a densidade de tais correntes, sem que haja a necessidade de utilização de um catalisador, sendo este processo descrito e reivindicado a seguir.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[011] De um modo amplo, a presente invenção trata de um processo para a hidrogenação de frações pesadas aromáticas, contendo um ou mais anéis aromáticos, entre os quais asfaltenos de correntes de hidrocarbonetos por meio de um processo fotoquímico, onde esses compostos aromáticos das frações pesadas são hidrogenados na presença de um alcóxido, quando submetidos à irradiação eletromagnética.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[012] A Figura 1 ilustra a redução da viscosidade em centipoise em um experimento realizado na presença de isopropóxido de sódio e 80% em massa de petróleo, em função da temperatura.

[013] A Figura 2 ilustra o espectro de fluorescência sincronizada de uma amostra de naftaleno em 2-propanol, em meio alcalino (NaOH 200mM), sendo a curva A referente a amostra quando não irradiada e a curva B referente a amostra após irradiação UV-VIS.

[014] A figura 3 ilustra os resultados da análise por CGMS para uma amostra de naftaleno não irradiada em 2-propanol em meio alcalino (NaOH 200mM).

[015] A Figura 4 ilustra os resultados da análise por CGMS para amostra de naftaleno, em 2-propanol em meio alcalino (NaOH 200mM), irradiada por 8 horas.

[016] A figura 5 ilustra o espectro de fluorescência sincronizada de uma amostra de fenantreno em 2-propanol, em meio alcalino (NaOH 200mM), sendo a curva A referente a amostra quando não irradiada e a curva B

referente a amostra após irradiação UV-VIS.

[017] A Figura 6 ilustra os resultados da análise por CGMS de uma amostra de fenantreno em 2-propanol, em meio alcalino (NaOH 200mM), não irradiada.

[018] A figura 7 ilustra os resultados da análise por CGMS para amostra de fenantreno em 2-propanol, em meio alcalino (NaOH 200mM), irradiada por 8 horas.

[019] A Figura 8 ilustra o espectro de fluorescência sincronizada de uma amostra de petróleo em 2-propanol, em meio alcalino (NaOH 200mM), sendo sendo a curva A referente a amostra quando não irradiada e a curva B referente a amostra após irradiação UV-VIS.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[020] De uma maneira geral, a invenção se baseia na reatividade de compostos aromáticos presentes em frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos com um alcóxido quando submetidos à irradiação eletromagnética.

[021] No caso dos asfaltenos, por possuírem estruturas aromáticas policondensadas que apresentam espectros de absorção bem característicos, estes são capazes de absorver radiação eletromagnética numa ampla faixa de comprimentos de ondas. Dependendo do grau de condensação do anel aromático, a molécula absorve desde a radiação na faixa de comprimento de onda UV (ultravioleta) até o infravermelho próximo (NIR), passando por todo o espectro visível (VIS).

[022] O processo compreende o uso de radiação eletromagnética que pode ser tanto no espectro do ultravioleta (UV- comprimento de onda de 100 a 400nm) quanto no visível (comprimento de onda de 400 a 780nm), preferencialmente entre 450 e 700 nm. Neste, o estado excitado das moléculas aromáticas é capaz de abstrair um elétron seguido de um radical hidrogênio do radical alcóxido, que pode ser obtido a partir da reação de uma base com um composto orgânico hidroxilado.

[023] Dessa forma, na presença de um composto orgânico hidroxilado e de uma base, moléculas aromáticas são reduzidas seletivamente nas insaturações presentes no anel aromático. Usualmente, a reação é parcial, porém esta se torna mais seletiva em função da radiação aplicada. Sendo assim, o processo é seletivo para as frações pesadas do petróleo e, principalmente, para compostos aromáticos, tais como os asfaltenos, não interferindo nas frações leves, como se pode observar nos espectros de fluorescência sincronizada e nos resultados da análise por CGMS obtidas para amostras de naftaleno, fenantreno, e numa amostra de petróleo, ilustrados nas figuras de 2 a 8.

[024] Portanto, a presente invenção trata de um processo para hidrogenação de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos por reação com um alcóxido sob ação de radiação na faixa UV-VIS, sendo obtida uma corrente de hidrocarbonetos com reduzida densidade e viscosidade, dito processo incluindo as seguintes etapas:

- a)** Prover uma carga para o processo constituída por uma corrente de hidrocarbonetos, compreendendo uma fração pesada de hidrocarbonetos, contendo compostos aromáticos com um ou mais anéis condensados em concentração superior a 0,1 % em massa;
- b)** Acrescentar pelo menos um alcóxido à carga na razão de 1 para 1 molar em relação aos hidrocarbonetos que se deseja reduzir, à temperatura na faixa de 20 a 60°C e à pressão atmosférica, sob agitação, para obter uma mistura homogênea carga/alcóxido;
- c)** Submeter a mistura obtida à radiação eletromagnética de comprimento de onda na faixa do UV-VIS, por um período de 5 minutos a 48 horas, de forma a obter uma corrente tratada, com densidade e viscosidade inferiores à da carga original.

[025] Preferencialmente, a carga do processo é uma corrente de hidrocarbonetos contendo teores não desprezíveis de asfaltenos, onde estes compostos participem de forma relevante na viscosidade da carga.

Tais correntes podem apresentar concentrações de sua fração pesada superior a 0,1% em massa, sendo preferidas as correntes contendo fração asfáltica na faixa de 1 a 80% em massa.

[026] As frações pesadas são constituídas basicamente por compostos aromáticos, em especial compostos poliaromáticos de alto peso molecular que apresentam capacidade autoassociativa e influenciam a densidade e viscosidade da carga de forma significativa.

[027] Mais detalhadamente, o processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos da presente invenção envolve a reação seletiva de um alcóxido com um composto aromático no estado excitado. Tal mecanismo passa por 4 etapas:

- formação do estado excitado do composto aromático, devido à irradiação da amostra com radiação eletromagnética de comprimento de onda na faixa do UV-VIS;
- esse estado excitado é oxidante e extrai um elétron do alcóxido;
- o ânion-radical do composto aromático extrai um radical hidrogênio do radical alcóxido que gera uma cetona; e
- o ânion aromático extrai um próton do meio.

[028] Os produtos da reação são um composto carbonilado a partir do álcool e um composto cíclico insaturado a partir do composto aromático.

[029] A seleção do composto aromático a ser hidrogenado é feita pelo comprimento de onda da radiação eletromagnética (luz) incidente. Quanto maior o comprimento de onda, maior é o grau de condensação do anel dos compostos aromáticos presentes na corrente de hidrocarbonetos a reagir.

[030] No caso de se utilizar diretamente o alcóxido, este, em princípio, é qualquer base conjugada de qualquer composto orgânico que contenha cadeia de 1 a 6 átomos de carbono e possua 1 ou mais hidroxilas, como por exemplo: etóxido, isopropóxido, metóxido, gliceróxido, etc. O alcóxido deve estar presente em quantidade estequiométrica para reduzir a espécie desejada na corrente.

[031] Ainda, o alcóxido pode ser resultado da reação entre um álcool e uma base. O álcool a ser utilizado pode, em princípio, conter de 1 a 6 átomos de carbono e ser mono ou poli-hidroxilado, tais como o etanol, isopropanol, e, preferencialmente o glicerol (ou glicerina), ou ainda, misturas destes.

[032] Neste processo, a base serve apenas para aumentar a concentração de ânions alcóxidos no meio reacional, podendo também ser qualquer base capaz de remover um próton do composto hidroxilado utilizado ou suas misturas. Dentre estas pode-se citar: hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, sódio metálico, formiato de sódio, formiato de cálcio, óxido de cálcio, ou ainda, misturas destes.

[033] As quantidades de base e de álcool, quando utilizados, necessárias no processo são as estequiométricas para a conversão do teor de compostos aromáticos a serem hidrogenados em cada petróleo e/ou suas frações, na razão molar 1:1:1.

[034] Os exemplos, a seguir, correspondem a experimentos em escala de laboratório sem limitar o escopo do processo, detalhadamente descrito até aqui.

EXEMPLOS

Exemplo 1

[035] Os testes descritos a seguir foram realizados em reator fotoquímico, onde um composto aromático foi dissolvido em diclorometano em diferentes concentrações, variando de 10 a 1000 mg/L. Para irradiar as amostras utilizou-se uma lâmpada de mercúrio de média pressão e 450 W. Essa lâmpada emite principalmente no UV, entre 250 e 450 nm. Cada amostra foi irradiada por 12 horas com agitação constante, na ausência e presença de oxigênio no meio reacional.

[036] Utilizaram-se como compostos aromáticos: naftaleno, fenantreno, pireno, benzo-pireno, coroneno, porfirinas e amostras de asfaltenos obtidas de diferentes petróleos brasileiros.

[037] Para a reação com os compostos aromáticos foi utilizado um alcóxido obtido a partir da reação de uma base com um álcool.

[038] O pireno foi testado frente aos álcoois: metanol, etanol, isopropanol e glicerol. Os demais aromáticos foram testados apenas frente etanol. O álcool foi utilizado nas concentrações de 10 mg/L a 10 %.

Quanto às bases, o pireno foi testado frente às bases: hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio e formiato de cálcio. Os demais aromáticos foram testados apenas frente ao hidróxido de sódio. Testou-se também o pireno frente ao etóxido de sódio, sem a adição de mais álcool.

[039] O processo foi acompanhado pelos espectros UV-VIS e de fluorescência da mistura reacional. O espectro UV-VIS foi registrado entre 200 e 500 nm. O espectro de fluorescência foi registrado pela metodologia síncrona, com emissão de 250 a 500 nm e distância de 20 nm entre excitação e emissão, tendo sido observada uma migração do espectro de UV-VIS para comprimentos de onda mais curtos e uma redução na intensidade do espectro de fluorescência, indicando uma redução na condensação dos anéis aromáticos presentes no meio.

Exemplo 2

[040] A invenção se baseia na reatividade de compostos aromáticos na presença de um alcóxido, obtido pela reação de uma bases e um álcool, quando submetidos à irradiação por luz ultravioleta ou visível, a partir de um reator contendo uma lâmpada de vapor de mercúrio de 450 watts. Essa lâmpada emite principalmente no UV, entre 250 e 450 nm. As amostras foram irradiadas por 12 horas com agitação constante na ausência e presença de oxigênio no meio reacional. Fenantreno e naftaleno foram hidrogenados parcialmente quando irradiados por UV-VIS na presença de uma solução de NaOH em 2-propanol em proporção estequiométrica.

[041] Os compostos aromáticos estudados foram o pireno, benzo-pirenos, coroneno, porfirinas, e amostras de asfaltenos provenientes de petróleos

com diferentes graus API, de 8 a 30 °API. A série de alcoóis utilizada no processo consistiu em metanol, etanol, 2-propanol, butanol, pentanol, hexanol e glicerol. As bases utilizadas foram hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, formiato de cálcio. O esquema do processo encontra-se nas tabelas a seguir:

Álcoois/Amostra	Naftaleno		
Metanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Etanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
2-propanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Butanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
pentanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
glicerol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM

Álcoois/Amostra	Fenantreno		
Metanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Etanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
2-propanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Butanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
pentanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
glicerol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM

Álcoois/Amostra	Pireno		
Metanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Etanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
2-propanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Butanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
pentanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
glicerol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM

Álcoois/Amostra	Benzo-pireno		
Metanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Etanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
2-propanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Butanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
pentanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
glicerol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM

Álcoois/Amostra	Coroneno		
Metanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Etanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
2-propanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Butanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
pentanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
glicerol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM

Álcoois/Amostra	Tetrafenilporfirina		
Metanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Etanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
2-propanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Butanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
pentanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
glicerol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM

Álcoois/Amostra	Asfalteno A- Petróleo grau API >20		
Metanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Etanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
2-propanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Butanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
pentanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
glicerol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM

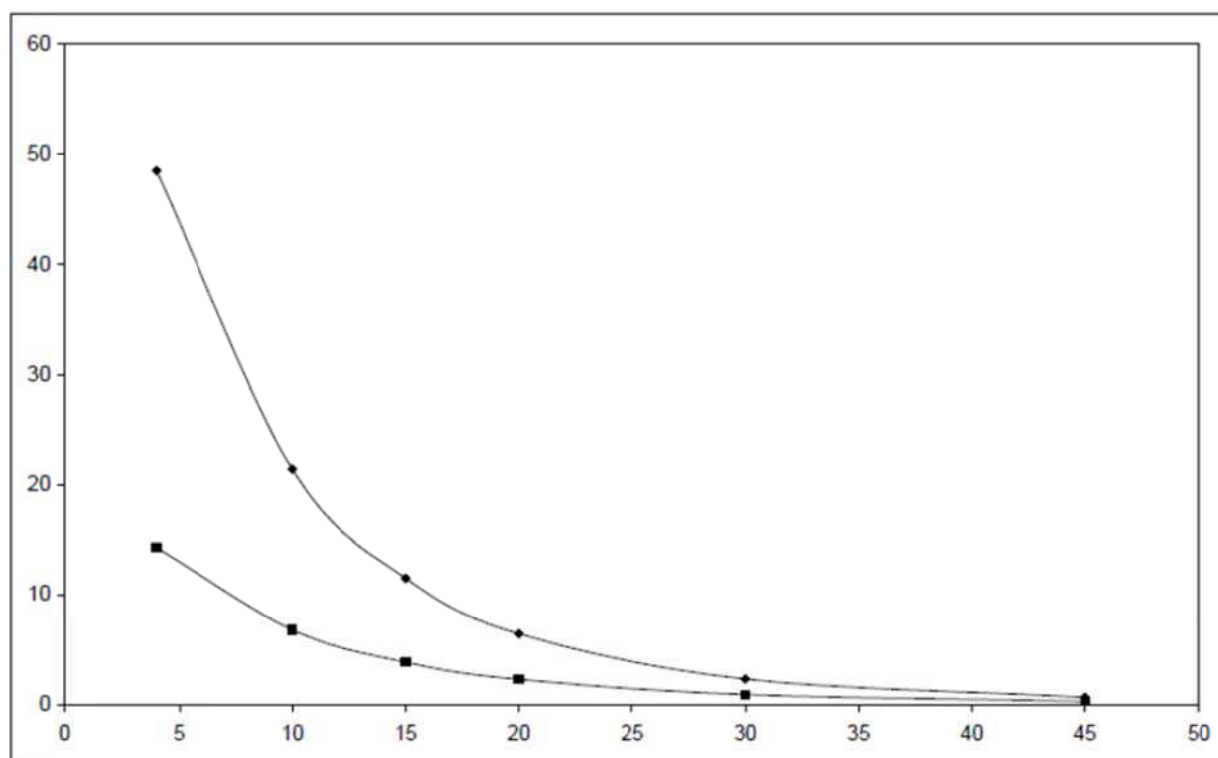
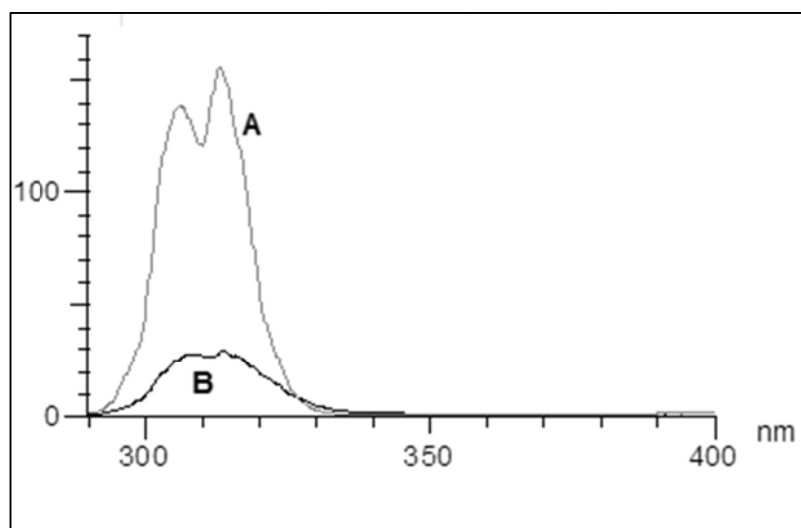
Álcoois/Amostra	Asfalteno B – Petróleo grau API < 20		
Metanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Etanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
2-propanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
Butanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
pentanol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM
glicerol	NaOH 200mM	KOH 200mM	Formiato de Cálcio 200mM

[042] A hidrogenação das amostras aromáticos foi constatada em toda série de alcoóis utilizados, bem como, com os 3 tipos de bases testadas. O 2-propanol juntamente com o hidróxido de sódio, obteve os resultados mais satisfatórios, ou seja, um maior poder de hidrogenação frente aos outros substratos em estudo.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos caracterizado por compreender a reação de compostos aromáticos, presentes na fração pesada de correntes de hidrocarbonetos, com um alcóxido, na presença de irradiação eletromagnética na faixa do UV-VIS, e temperaturas na faixa de 20 – 60°C e pressão atmosférica.
2. Processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir as seguintes etapas:
 - a) Prover uma carga para o processo constituída por uma corrente de hidrocarbonetos, compreendendo uma fração pesada de hidrocarbonetos, contendo compostos aromáticos com um ou mais anéis condensados em concentração superior a 0,1 % em massa;
 - b) Acrescentar pelo menos um alcóxido à carga na razão de 1 para 1 molar em relação aos hidrocarbonetos que se deseja reduzir, à temperatura na faixa de 20 a 60°C e à pressão atmosférica, sob agitação, para obter uma mistura homogênea carga/alcóxido;
 - c) Submeter a mistura obtida à radiação eletromagnética de comprimento de onda na faixa do UV-VIS, por um período de 5 minutos a 48 horas, de forma a obter uma corrente tratada, com densidade e viscosidade inferiores à da carga original.
3. Processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por os compostos aromáticos serem escolhidos dentre: fenantreno, naftaleno, pireno, benzo-pirenos, coroneno, asfaltenos, porfirinas e seus derivados, ou ainda misturas destes.

4. Processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por o alcóxido ser obtido pela reação de uma base conjugada com um álcool , de cadeia contendo de 1 a 6 átomos de carbono
5. Processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por o álcool ser monohidroxilado.
6. Processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por o álcool ser poli-hidroxilado.
- 7- Processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de petróleo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por álcool ser escolhido dentre: etanol, 2-propanol, glicerol, ou mistura destes.
8. Processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por a base conjugada ser escolhida dentre: hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, sódio metálico, formiato de sódio, formiato de cálcio, óxido de cálcio, ou, ainda, misturas destes.

**Figura 1****Figura 2**

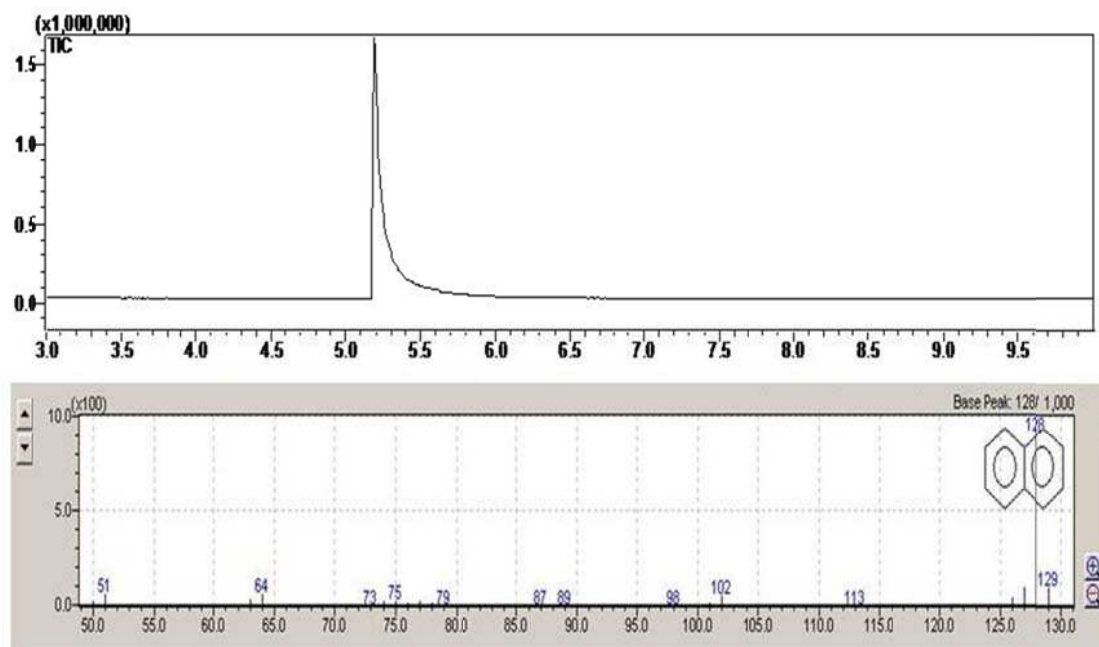


Figura 3

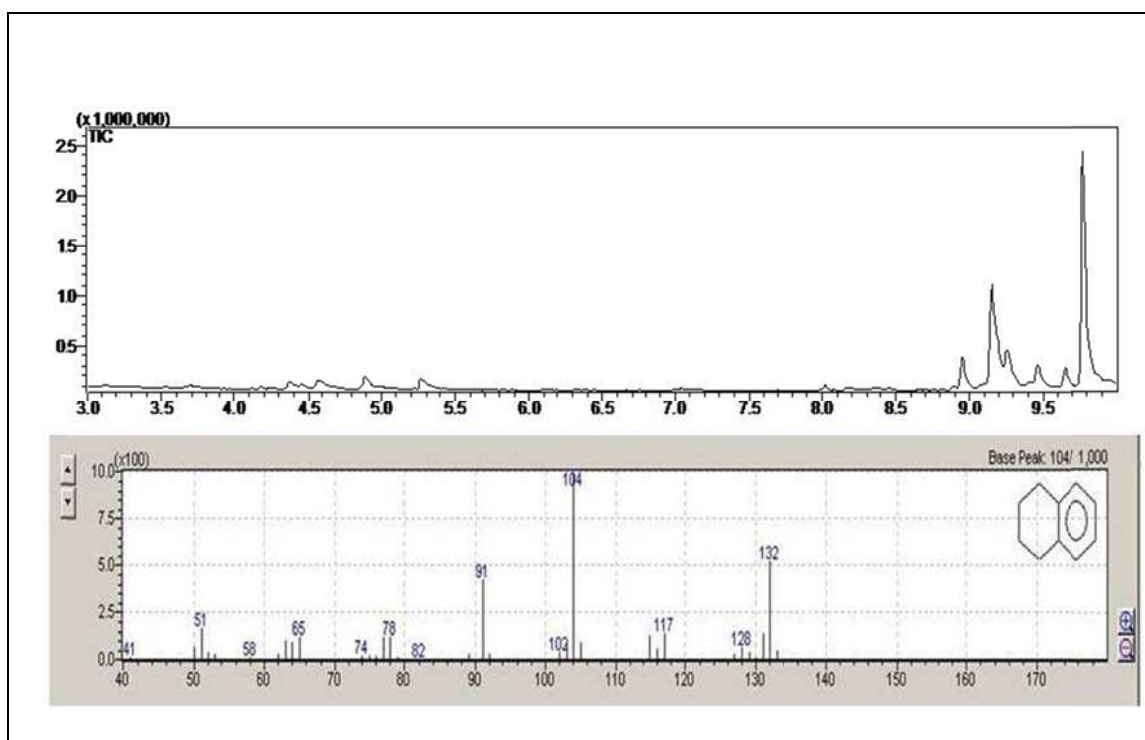


Figura 4

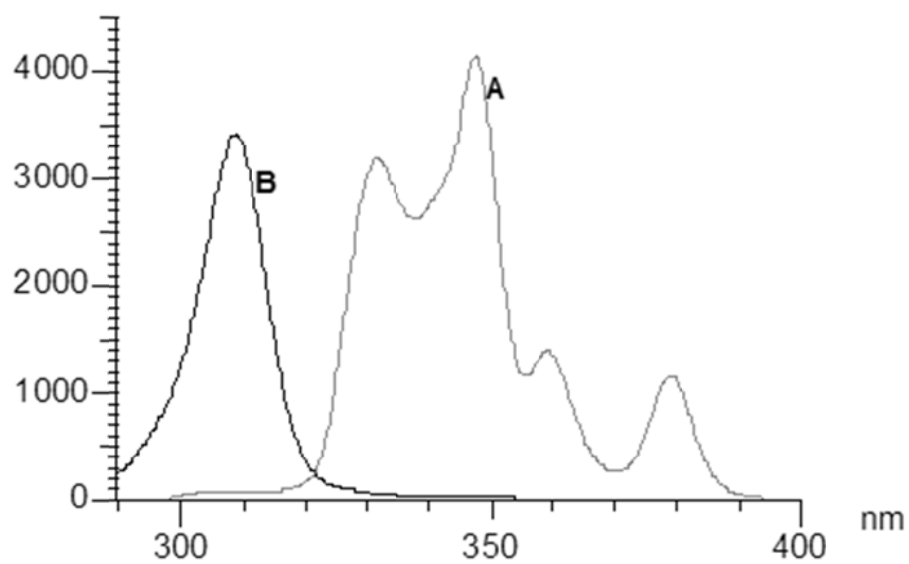


Figura 5

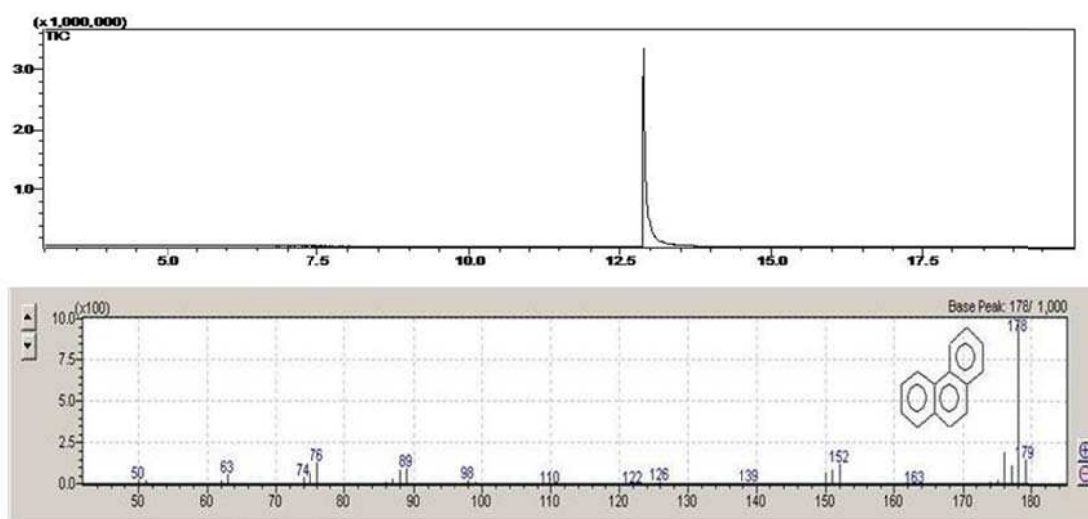


Figura 6

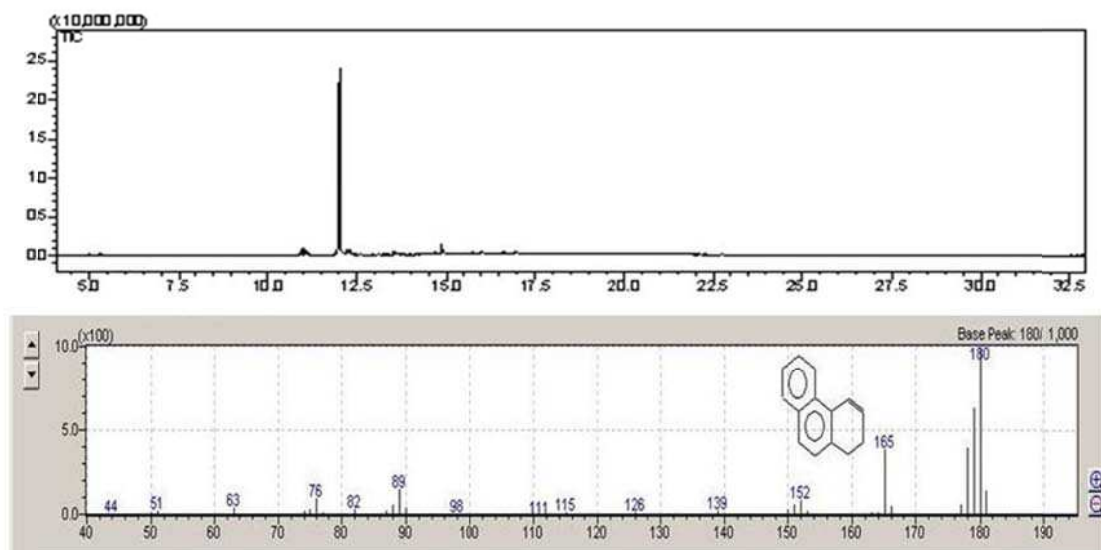


Figura 7

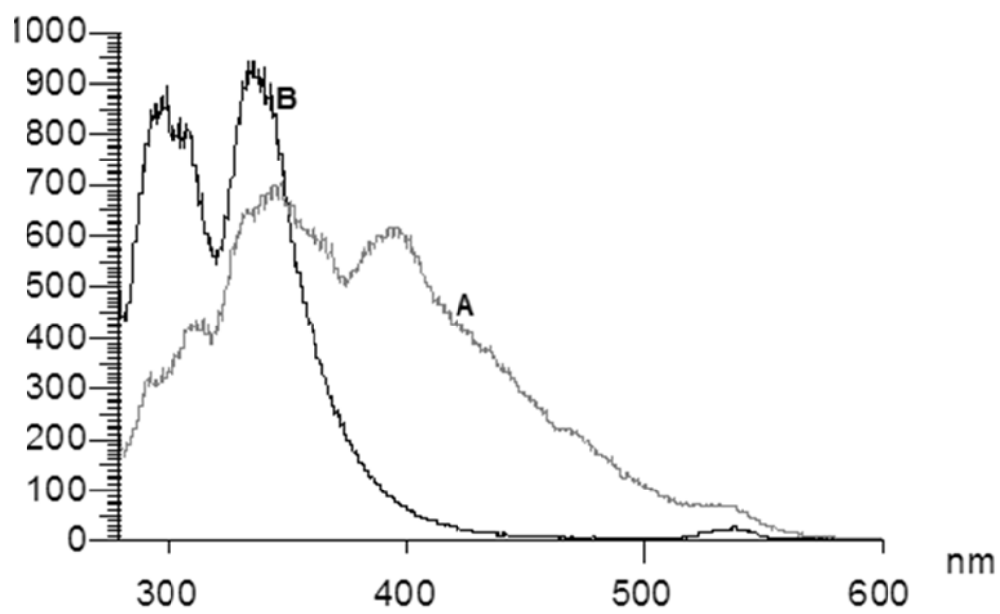
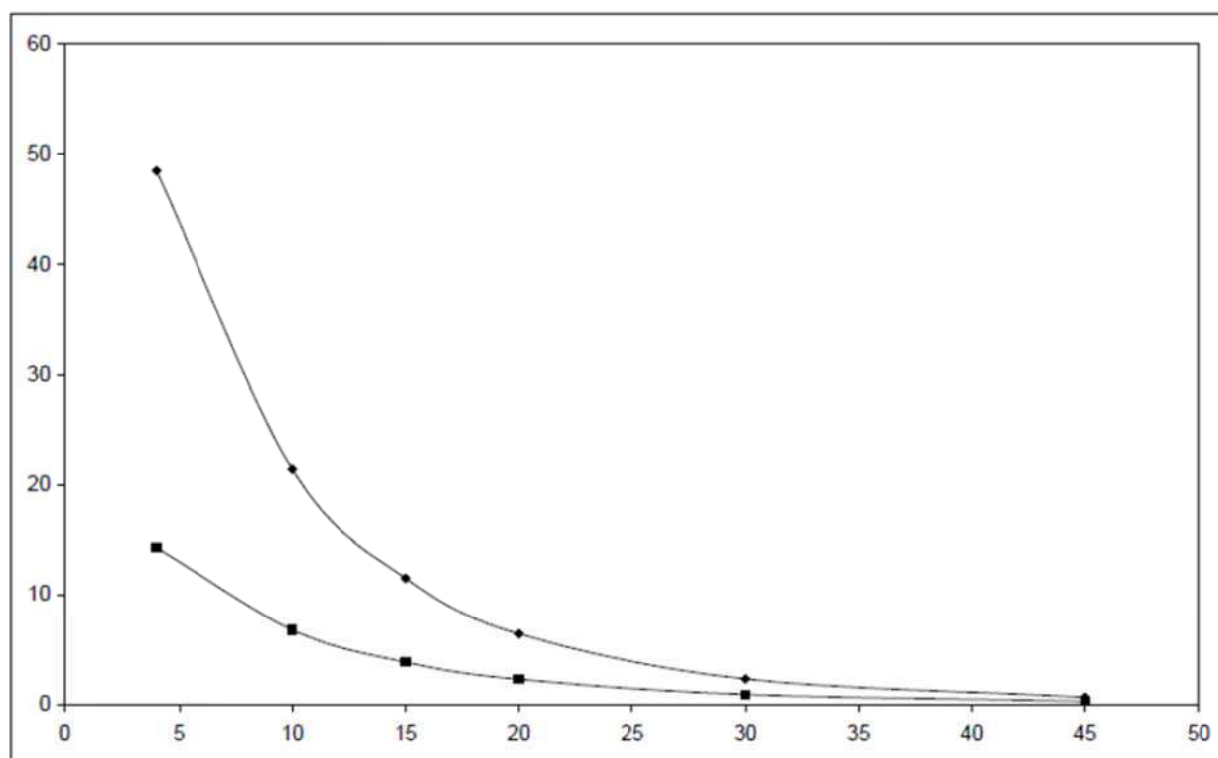
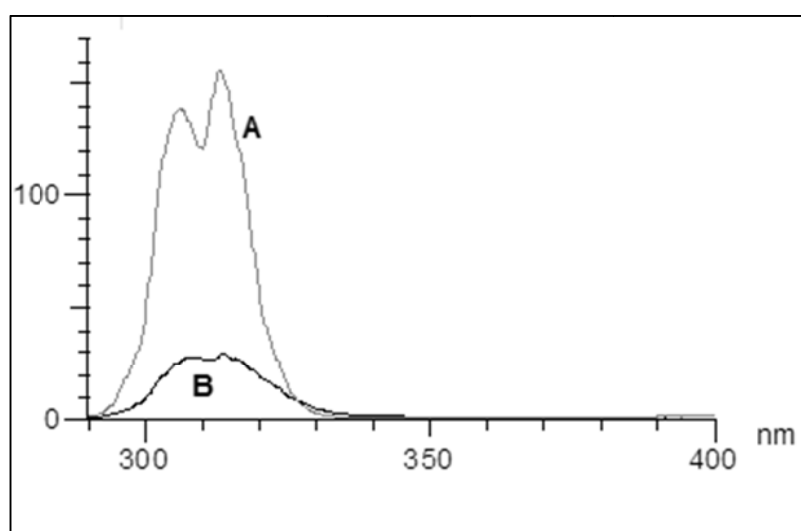


Figura 8

RESUMO

HIDROGENAÇÃO FOTOQUÍMICA DE FRAÇÕES PESADAS DE CORRENTES DE HIDROCARBONETOS

A presente invenção descreve um processo de hidrogenação fotoquímica de frações pesadas de correntes de hidrocarbonetos onde os compostos aromáticos e poliaromáticos presentes naquela fração reagem, de forma seletiva, na presença de um alcóxido, quando submetidos à irradiação eletromagnética.

**Figura 1****Figura 2**